

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-186373

(43) 公開日 平成9年(1997)7月15日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 41/107

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 L 41/08

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平7-353371

(22) 出願日 平成7年(1995)12月28日

(71) 出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(72) 発明者 柿沼 博美

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(72) 発明者 黒田 達也

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

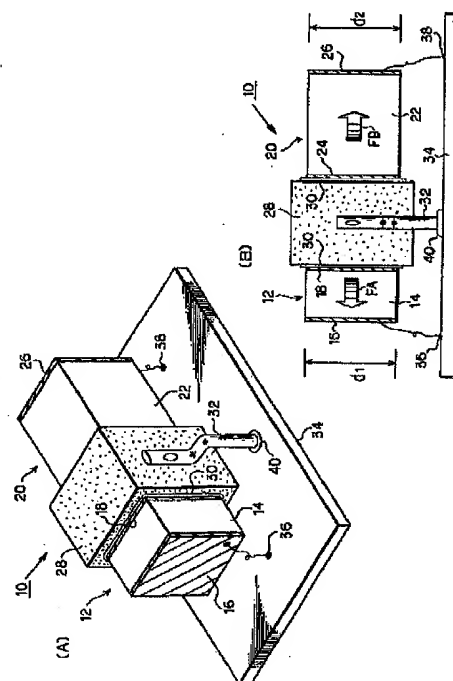
(74) 代理人 弁理士 梶原 康稔 (外1名)

(54) 【発明の名称】 圧電トランス

(57) 【要約】

【課題】 高い変圧比を得るとともに、圧電材料の分極や支持を容易に行う。

【解決手段】 入力端子36の交流駆動電圧 V_{in} は、入力側圧電素子12の電極16、18間に印加され、圧電体14が圧電効果によって振動する。圧電体14の振動は振動体28を介して出力側圧電素子20の圧電体22に伝達され、圧電逆効果によって出力端子38に出力電圧 V_{out} が生ずる。振動体28のメカニカルQを十分大きく設定すれば、圧電素子12、20のメカニカルQが低くても全体のメカニカルQは大きくなり、大きな昇圧比を得ることができる。また、振動の節が振動体28の表面に存在するため、節の個所に支持線32をスポット溶接して支持することで、メカニカルQが低下することなく圧電トランス10をプリント基板34上に支持できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電体を挟んで対向する一対の電極を有する第1及び第2の圧電素子；第1及び第2の圧電素子が機械的に結合しており、一方の圧電素子の振動に基づいて他方の圧電素子を振動させるための振動体；を備えたことを特徴とする圧電トランス。

【請求項2】 前記振動体は、その振動の節をスポット支持する支持手段を備えたことを特徴とする請求項1記載の圧電トランス。

【請求項3】 前記振動体を導電性を有する材料によって形成するとともに、前記第1及び第2の圧電素子の電極の少なくとも一つを、前記振動体に電気的に接続したことを特徴とする請求項1又は2記載の圧電トランス。

【請求項4】 前記振動体を導電性を有する材料によって形成するとともに、前記第1及び第2の圧電素子の電極の少なくとも一つを、前記振動体と兼用したことを特徴とする請求項1、2又は3記載の圧電トランス。

【請求項5】 前記支持手段を外部接続線と兼用したことを特徴とする請求項3又は4記載の圧電トランス。

【請求項6】 前記第1及び第2の圧電素子のうちの少なくとも一方を積層構造としたことを特徴とする請求項1、2、3、4又は5記載の圧電トランス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電素子を利用した圧電トランスの改良に関するものである。

【0002】

【背景技術】圧電素子は、周知のように、電気エネルギーを機械エネルギーに変換し、あるいは逆に機械エネルギーを電気エネルギーに変換する性質を有している。圧電トランスでは、そのような圧電効果、圧電逆効果を利用して電圧の変換が行われ、ノートパソコン用バックライトのインバータや、小型・小容量のDC-DCコンバータなどに応用されている。

【0003】図5には、従来の圧電トランスの一例が示されている。同図(A)には圧電材料部分の斜視図が示されており、(B)には支持状態の側面図が示されている。これらの図において、全体として形状が角柱状の圧電材料によって形成された圧電板100の左側半分が低インピーダンスの入力部(駆動部)102となっており、右側半分が高インピーダンスの出力部(発電部)104となっている。

【0004】これらのうち、入力部102側では、その上下面に入力電極106、共通電極108が圧電板100を挟んで対向するように形成されている。また、出力部104側では、圧電板100の右端面に出力電極110が形成されている。これらの電極106、108、110は、例えば銀ペーストの印刷、焼成によって形成される。圧電板100の分極方向は、同図(B)に矢印で示すように、入力部102では厚み方向、出力部104

では長さ方向となっている。

【0005】図5に示したタイプはローゼンタイプと呼ばれており、圧電板100の長さ方向に伸び縮みする、いわゆる縦振動の第一次モードで動作し、振動の節は中心部分にある。詳述すると、外部から電極106、108に駆動電圧が印加されると、入力部102では分極方向に電界が形成されて分極方向と垂直の方向に変位する圧電効果が生ずる。これにより、圧電板100が励振されて長さ方向の縦振動が生じ、圧電板100全体が振動する。

【0006】他方、出力部104では、かかる振動によって分極方向に機械的歪みが生じ、圧電逆効果によって分極方向に電位差が発生する。これが電極110から外部に取り出される。出力電圧の周波数は入力電圧と同様である。このとき、駆動周波数を圧電トランスの共振周波数と等しくすれば、非常に高い出力電圧を得ることができ、圧電トランスは昇圧トランスとして作用する。なお、降圧トランスとするときは、逆に電極110側を入力、106側を出力とすればよい。

【0007】この圧電トランスを使用している状態での入力電圧 V_{in} と出力電圧 V_{out} の昇圧比($=V_{out}/V_{in}$)は、

$$V_{out}/V_{in} = (L/T) \cdot k_{31} \cdot k_{33} \cdot Q_m \cdots (1)$$

で表わされる。ここで、 L は圧電板100の長さ、 T は圧電板100の厚さ、 k_{31} 、 k_{33} は電気機械結合係数、 Q_m は圧電板100全体のメカニカルQ(クオリティファクタ)である。なお、電気機械結合係数 k_{31} 、 k_{33} は、電気エネルギーと機械エネルギーの比を表わすもので、電気機械結合係数 k_{ab} の「a」は分極方向、「b」は伸縮方向をそれぞれ表わす。この式から明らかなように、 (L/T) を大きくすることによって昇圧が可能になる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような背景技術には、次のような不都合がある。前記(1)式によれば、昇圧比を高くするためには Q_m を大きくすることも有効である。ところが、圧電板100の機械振動を妨げると Q_m が低下してしまう。このため、図5(B)に示すように、振動の節である中心箇所を利用してシリコン樹脂112により回路基板114に固定する。あるいは、圧電板100として、 Q_m の高い圧電材料を用いるようにする。

【0009】しかしながら、図5(B)の如くシリコン樹脂112で圧電板100を固定すると、振動の節の範囲外までシリコン樹脂112が流れてしまい、 Q_m がその分低下してしまう。また、圧電材料の Q_m は、高性能な金属に比べても非常に小さい。このような理由から、入出力間の変圧比(昇圧比あるいは降圧比)にはおのずと限界がある。

【0010】また、背景技術の圧電トランスでは、圧電

板100の入力部102と出力部104の境界部分で、図5(A)に矢印で示すように2方向の分極が交差し、内部応力が生ずる。このため、分極を行ったときに圧電板100が割れてしまうようなことがある。更に、前記矢印の如く長さ方向の分極が厚さ成分を持つことによりロスが生じ、電力変換効率が悪化するという問題もある。

【0011】この発明は、以上の点に着目したもので、高い変圧比を得ることができるとともに、圧電材料の分極や支持を容易に行うことができる圧電トランスを提供することを、その目的とするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

【発明の開示】前記目的を達成するため、この発明の圧電トランスは、圧電体を挟んで対向する一対の電極を有する第1及び第2の圧電素子を、振動体によって機械的に結合したことを特徴とする。主要な態様によれば、前記振動体は、その振動の節が支持手段によってスポット支持される。前記振動体が導電性を有するときは、圧電素子の電極を振動体に接続して支持手段を外部接続に利用したり、振動体が電極を兼用することも可能である。前記第1及び第2の圧電素子のうちの少なくとも一方を積層構造とすることもできる。

【0013】

【発明の効果】前記振動体にメカニカルQの高いものを使用して圧電トランスの振動子を構成することができ、振動子全体としてのメカニカルQが向上する。支持手段によって振動体の振動の節がスポット支持されるので、振動が支持個所で妨害されず、これによってもメカニカルQの向上を図ることができる。そして、メカニカルQの向上により、変圧比(昇圧比、降圧比)が高くなる。更に、振動体を設けることで、圧電素子の分極や圧電トランスの支持が容易になる。

【0014】この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になろう。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について実施例を参照しながら詳細に説明する。本発明の圧電トランスは、小型・薄型で高電圧を発生する必要がある場合に特に有効であり、テレビジョンの電子ビーム偏向装置などに好適である。

【0016】

【実施例1】図1には、実施例1の圧電トランス10が示されている。同図(A)には斜視図が示されており、同図(B)には側面図が示されている。入力側(駆動側)から説明すると、入力側圧電素子12の圧電体14には、圧電トランス10の長さ方向に位置する側面に、電極16、18がそれぞれ形成されている。他方、出力側(発電側)の出力側圧電素子20の圧電体22には、圧電トランス10の長さ方向に位置する側面に、電極2

4、26がそれぞれ形成されている。これらの電極16、18、24、26は、例えば銀ペーストの印刷、焼成によって形成される。

【0017】これら圧電素子12、20の間には振動体28が設けられており、圧電素子12の電極18側と圧電素子20の電極24側が接着剤である樹脂30によって振動体28に接着されている。振動体28としては、機械振動に対する損失係数が小さい、すなわちメカニカルQが高く導電性を有する金属あるいは合金材料、例えばエリンバ合金、モリブデン合金、ステンレスなどが用いられる。圧電素子12の圧電体14は矢印FA方向に分極されており、圧電素子20の圧電体22は矢印FB方向に分極されている。このような分極は、電極16、18間及び電極24、26間に適当な電圧を印加することで容易に実現できる。

【0018】これら3つの部材12、20、28によって構成された振動子の厚み振動に対する振動の節の位置は、振動体28の表面にも存在する。そこで、本実施例では、この振動の節の位置に、圧電トランス10を支持するための2本の支持線32が対称的に設けられている(図中には1つのみ表示されている)。これら支持線32としては、例えばNiメッキされたモリブデン線が用いられる。そして、支持線32の一方の端側は振動体28の側面にスポット溶接され、他方の端はプリント基板34に半田などで固定されている。

【0019】電極16はプリント基板34上の入力端子36に接続されており、電極26はプリント基板34上の出力端子38に接続されている。支持線32は、アース端子40に接続されている。この支持線32は振動体28に電気的、機械的に接続しており、この振動体28は樹脂30を介して電極18、24にそれぞれ接続している。これによって、電極18、24がアース端子40に接続されることになる。

【0020】次に、以上のように構成された実施例1の動作について説明する。入力端子36には、全体の振動子の一次厚み振動モードに相当する直列共振周波数の交流駆動電圧Vinが印加される。この駆動電圧Vinは、入力側圧電素子12の電極16、18間に印加され、圧電体14が圧電効果によって振動する。この圧電体14の振動は振動体28を介して出力側圧電素子20の圧電体22に伝達され、圧電トランス10を構成する振動子の全体が振動するようになる。このため、出力側圧電素子20の圧電体22では、圧電逆効果によって電圧が発生し、出力端子38に発電電圧Voutが生じることとなる。

【0021】このときの昇圧比(=Vout/Vin)は、
$$V_{out}/V_{in} = (d_2/d_1) \cdot k_{33}^2 \cdot Q_m \cdots \cdots (2)$$
で表わされる。ここで、d1、d2は、それぞれ入力側圧電素子12と出力側圧電素子20の厚み(図1(B)参照)、k33はこれら圧電素子12、20の電気機械結合

係数、 Q_m は振動子全体（圧電体14、22及び振動体28）のメカニカルQである。なお、本実施例では、圧電体14、22の分極方向が揃っているので、圧電素子12、20の電気機械結合係数は等しくなり、 k_{33} で表わされる。

【0022】本実施例では、振動体28の Q_m が十分大きく設定されている。このため、圧電素子12、20の Q_m が低くても、振動体28の Q_m が大きいために振動子全体の Q_m も大きくなる。従って、前記(2)式から明らかのように、全体として大きな昇圧比を得ることができる。また、振動の節がスポット溶接の容易な合金で形成された振動体28の表面に存在するため、この個所を支持することで、 Q_m をほとんど低下させることなく圧電トランス10を支持することができる。

【0023】

【実施例2】次に、図2を参照しながら実施例2について説明する。上述した実施例1では、圧電トランスが全体として四角柱状となっており、その長さ方向に電極を形成した。しかし、この実施例2の圧電トランス50では、全体が平板形状となっており、入力側圧電素子の電極位置が厚み方向となっている。図2(A)には斜視図が示されており、同図(B)には側面図が示されている。

【0024】入力側から説明すると、入力側圧電素子52の圧電体54には、圧電トランス50の厚さ方向に位置する表裏面に、電極56、58がそれぞれ形成されている。他方、出力側の出力側圧電素子60の圧電体62には、圧電トランス50の長さ方向に位置する側面に、それぞれ電極64、66が形成されている。これらの電極56、58、64、66も、前記実施例と同様に銀などによって形成されている。このように、電極配置は、上述した背景技術と同様となっている。

【0025】これら圧電素子52、60の間にはエリンバ合金などによる振動体68が設けられており、圧電素子52の一方の側面と圧電素子60の電極64側が樹脂70によって振動体68に接着されている。圧電素子52の電極56、58間に直流高電圧を印加することで、圧電体54が矢印FC方向に分極され、圧電素子60の電極64、66間に直流高電圧を印加することで、圧電体62は矢印FD方向に分極される。すなわち、入力側圧電素子52の圧電体54は厚さ方向に分極され、出力側圧電素子60の圧電体62は長さ方向に分極される。

【0026】これを上述した背景技術と比較すると、背景技術の圧電トランスでは、上述したように、圧電板100の入力部102と出力部104の境界部分で2方向に分極が交差して内部応力が生じ、分極時に圧電板100が割れてしまうなどの不都合がある。ところが、本実施例では、入力側圧電素子52と出力側圧電素子60との間に振動体68が挿入されているため、両圧電素子52、60の分極を別個独立して良好に行うことができ

る。

【0027】次に、上述した振動体68の表面の振動の節の位置には、圧電トランス50を支持するための2本のモリブデン線などによる支持線72が対称的に設けられている（図中には1つのみ表示されている）。支持線72の一方の端側は振動体68の側面にスポット溶接され、他方の端はプリント基板74に半田などで固定されている。

【0028】電極56はプリント基板74上の入力端子76に接続されており、反対側の電極58は振動体68に接続されている。また、電極66はプリント基板74上の出力端子78に接続されており、支持線72はアース端子80に接続されている。この支持線72は振動体68に電氣的、機械的に接続しており、この振動体68は電極58、64にそれぞれ接続している。これによって、電極58、64がアース端子80に接続されることになる。

【0029】以上のように構成された実施例2の動作は、基本的に実施例1と同様である。入力端子76の入力電圧 V_{in} と出力端子78の出力電圧 V_{out} の昇圧比（ $=V_{out}/V_{in}$ ）は、

$$V_{out}/V_{in} = (L/T) \cdot k_{31} \cdot k_{33} \cdot Q_m \cdots \cdots (3)$$

で表わされる。Lは圧電トランス50の長さ、Tは圧電素子52（又は60）の圧電体54（又は62）の厚み、 k_{31} 、 k_{33} は圧電素子52、60の電気機械結合係数、 Q_m は振動子全体のメカニカルQである。

【0030】本実施例でも、振動体68の Q_m が十分大きく設定されている。このため、圧電素子52、60の Q_m が低くても振動子全体の Q_m は大きくなる。従って、前記(3)式から全体として大きな昇圧比を得ることができる。また、同様に、振動体68の振動の節がスポット支持されているので、 Q_m をほとんど低下させることなく圧電トランス50を支持することができる。

【0031】

【他の実施例】この発明には多くの実施の形態があり、以上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、次のようなものも含まれる。

【0032】(1) 入力側、出力側の各圧電素子やそれらの間の振動体としては、入力側の振動が出力側に伝達されれば、どのような形状や電極配置であってもよい。図3には、そのような各種の実施例が示されており、ハッチング部分が電極である。まず、同図(A)の例は、圧電素子200、202がいずれも三角柱形状となっており、それらに挟まれた振動体204は四角柱状となっている。この例の電極配置は、実施例1と同様である。同図(B)の例は、圧電素子210、212、及び振動体214のいずれもが円柱状となっており、電極配置は実施例2と同様となっている。同図(C)の例は、圧電素子220が四角柱状、圧電素子222が小径の円柱状、振動体224が大径の円柱状となっている。電極配

置は実施例2と同様である。同図(D)の例は、圧電素子230, 232が円柱状となっており、振動体234が四角柱状となっている。電極配置は実施例1と同様である。

【0033】(2) 前記実施例では、いずれも圧電素子の圧電体がブロック状のものであるとしたが、例えば特開平6-224484号に開示されているような積層構造としてもよい。図4(A)には、上述した実施例2を積層構造とした圧電トランス300の長さ方向断面が示されており、同図(B)は(A)の#4-#4線に沿って矢印方向に見た断面である。入力側圧電素子302の圧電体304は、内部電極306, 308と圧電層310を積層した構成となっている。内部電極306は、圧電体304の側面において電極314に接続されており、内部電極308は、圧電体304の側面において電極312に接続されている。

【0034】他方、出力側圧電素子320の圧電体322は、内部電極324~334と圧電層336を積層した構成となっている。内部電極324, 328, 332は、圧電体322の上面において電極340に接続されており、内部電極326, 330, 334は、圧電体322の下面において電極338に接続されている。このような圧電素子302, 320は、樹脂あるいは半田342によって振動体344に結合されている。電極312には入力電圧が印加され、電極314, 338はアースに至る。また、電極340から出力電圧が取り出される。なお、この例では、入力側、出力側の両方の圧電素子を積層構造としたが、いずれか一方のみを積層構造としてもよい。

【0035】(3) 前記実施例は、主として昇圧トランスに本発明を適用したものであるが、入力側と出力側を逆にすれば降圧トランスとしても使用できる。

【0036】(4) 前記実施例は、いずれも一次側と二次側を有するトランスの例であるが、振動体に3つの圧電素子を結合して三巻線トランスを構成するようにしてもよい。更にそれ以上の多数の巻線を有するトランスを構成することも可能である。

【0037】(5) 前記実施例では、圧電素子及び振動体が長さ方向に揃って同一軸線上に位置するような配置としたが、入力側で生ずる振動が出力側に伝達されるようであれば、どのような結合形状であってもよい。ま

た、入力側の圧電素子と出力側の圧電素子の形状、寸法、材料、電極配置などは異なってもよい。

【0038】(6) 振動体が導電性を有する場合には、圧電素子に形成される電極のうちの振動体側の電極を振動体と兼用するようにしてもよい。

【0039】(7) 前記実施例では、アースに対する接続を振動体を介して行ったが、もちろん電極毎に個別にアースに接続するようにしてもよい。しかし、振動体がプリント基板上に支持されるときには、支持線を介してアースに接続することで、接続用の配線構成を簡略化でき、好都合である。また、振動体に対する圧電素子の接合には、樹脂接着の他、各種の手法を用いてよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1の構成を示す図である。

(A)は斜視図、(B)は側面図である。

【図2】この発明の実施例2の構成を示す図である。

(A)は斜視図、(B)は側面図である。

【図3】他の実施例の主要部を示す斜視図である。

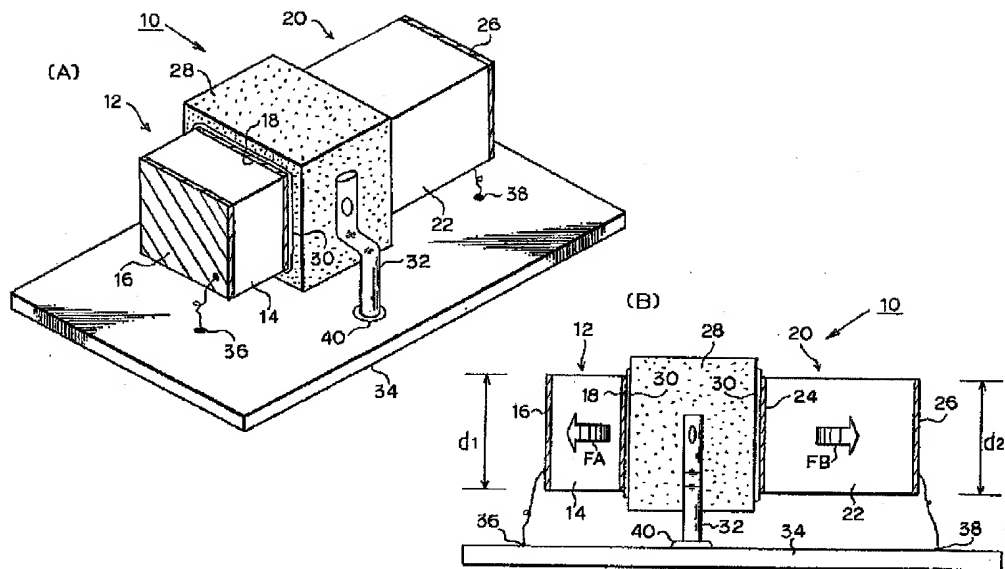
【図4】他の実施例を示す図である。(A)は長さ方向の断面図、(B)は(A)の#4-#4線に沿って矢印方向に見た断面図である。

【図5】背景技術を示す図である。(A)は主要部の斜視図、(B)は側面図である。

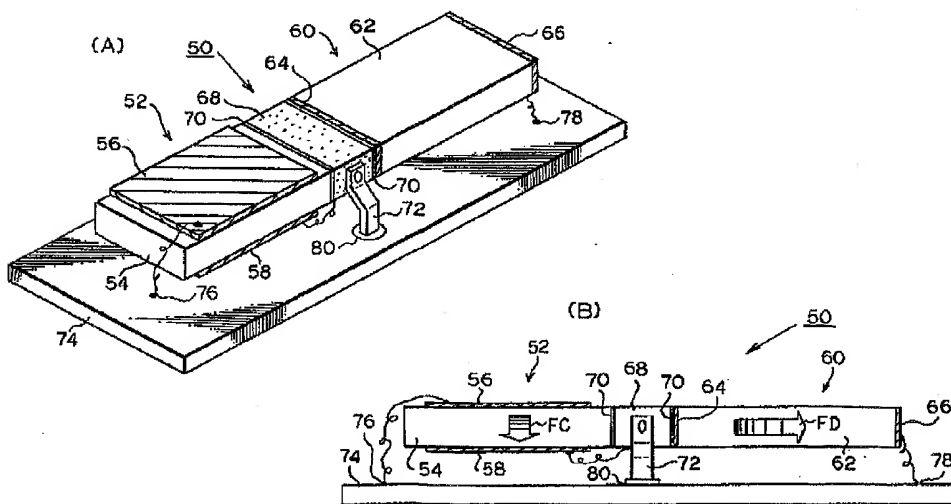
【符号の説明】

10, 50, 300…圧電トランス
12, 20, 52, 60, 200, 202, 210, 212, 22, 222, 230, 232, 302, 320…圧電素子
14, 2254, 62, 304, 322…圧電体
16, 18, 24, 26, 54, 56, 64, 66, 306, 308, 312, 314, 324~334, 338, 340…電極
28, 68, 204, 214, 224, 234, 344…振動体
30, 70, 342…樹脂
32, 72…支持線
34, 74…プリント基板
36, 76…入力端子
38, 78…出力端子
40, 80…アース端子
310, 336…圧電層

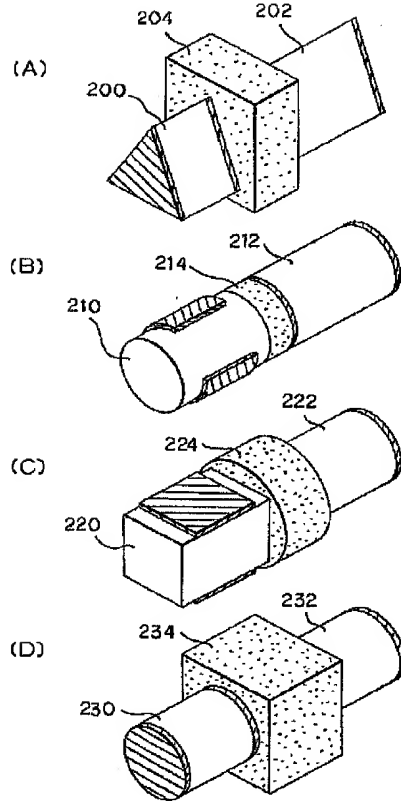
【図1】



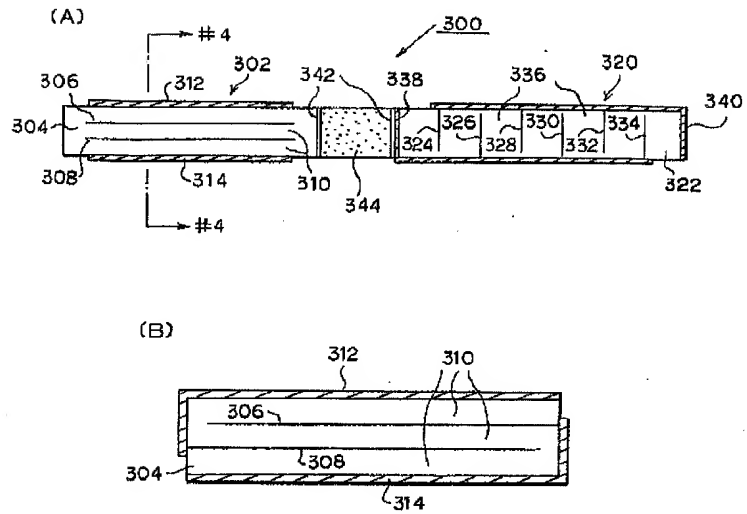
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

